

**การวิเคราะห์ปริมาณอินออร์แกนิกโบรไมด์ในข้าวสารเจ้า
และข้าวสารเหนียว**
**Gas Chromatographic Determination of Inorganic Bromide in Rice
and Glutinous Rice**

บุญไพ สัจวรานนท์
พัชรวรรณ จงมีवासนา
กอบทอง ฐูปหอม

Boonpai Sungwaranond
Pacharawan Jongmeevasana
Gobthong Thoophom

กองอาหาร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Division of Food
Department of Medical Sciences

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาและทดสอบวิธีวิเคราะห์สารอินออร์แกนิกโบรไมด์ในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียวโดยใช้เครื่องมือ Gas chromatograph-Electron Capture Detector ซึ่งเป็นวิธีของ Mitsuhashi, T และคณะ ประเทศญี่ปุ่น โดยการย่อยสลายตัวอย่างด้วยด่าง เติมน้ำให้เป็นแก๊สที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ทำปฏิกิริยากับสาร 3-pentanone เพื่อเปลี่ยน bromide ion ไปเป็น 2-bromo-3-pentanone ตรวจปริมาณด้วยเครื่อง Gas chromatograph วิธีนี้สามารถตรวจปริมาณสารอินออร์แกนิกโบรไมด์ ในระดับต่ำถึง 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยไม่มีสารรบกวนจากสารธรรมชาติที่มีในตัวอย่าง ประสิทธิภาพเฉลี่ยของวิธีในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียวเป็นร้อยละ 92.66±1.68 และได้สำรวจปริมาณสารอินออร์แกนิกโบรไมด์ในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียวจากแหล่งจำหน่ายในจังหวัดต่างๆของประเทศ ระหว่าง พ.ศ. 2538-2539 จำนวน 57 ตัวอย่าง และ 26 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบการตกค้างทุกตัวอย่าง ปริมาณที่พบในตัวอย่างข้าวสารเจ้าอยู่ระหว่าง 0.13-11.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในข้าวสารเหนียวอยู่ระหว่าง 0.20-1.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดของคณะกรรมการอาหารระหว่างประเทศ

ABSTRACT

A Japanese-developed analysis method of inorganic bromide in rice and glutinous rice, using Gas chromatograph with Electron Capture Detector was examined. Samples of rice and glutinous rice were prepared by hydrolysing with alkaline and ashing at 550 °c. Then 3-pentanone was used to charge bromide ion, presenting in the ash, to 2-bromo-3-pentanone which can be detected by Gas chromatograph (ECD). The Minimum amount could be 0.05 mg/kg of inorganic were efficiently determined by this method without any interference of other elements of in the samples themselves. Average efficiency of the GC determination of inorganic bromide in rice and glutinous rice was 92.66±1.68%. Amount of inorganic bromide in 57 samples of rice and 26 samples of glutinous rice distribute all over country during 1995-1996. were investigated. The results showed that inorganic bromide existed in all samples and the amounts of inorganic bromide found in rice and glutinous rice were in ranges of 0.13-11.93 mg/kg and 0.20-1.37 mg/kg respectively. However, the levels of inorganic bromide found in all samples were within the standard limit of CODEX.

Keywords : inorganic bromide, Gas chromatograph, Rice and glutinous rice

บทนำ

สารรมควันพิษ (fumigants) เป็นสารเคมีที่ระเหยเป็นไอได้ในอุณหภูมิปกติ ใช้ในการควบคุมโรคในผลิตภัณฑ์การเกษตรที่เก็บเกี่ยวแล้วมีหลายชนิด ได้แก่ เมทิลโบรไมด์ อะลูมิเนียมฟอสไฟด์ อะโครไลโนไตรล เอทิลีนออกไซด์ ฟอสไฟน์ เอทิลีนไดโบรไมด์ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ แมกนีเซียมฟอสไฟด์ ที่นิยมใช้กันแพร่หลายคือ เมทิลโบรไมด์ เพราะสามารถใช้ได้กว้างทั้งในการรมเมล็ดพืชและผลิตภัณฑ์พืชเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บ ตามโรงสี เรือ โกดังเก็บสินค้า ใช้รมดินเพื่อกำจัดวัชพืช เมล็ดวัชพืช ไล่เดือนฝอย แมลงและโรคบางชนิด⁽¹⁾ สำหรับประเทศไทยมีการนำเข้า สารรมควันพิษ 3 ชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียมฟอสไฟด์ แมกนีเซียมฟอสไฟด์ และเมทิลโบรไมด์ จากสถิติการนำเข้าในระหว่าง พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2532 มีปริมาณรวม 1,740 ตัน ชนิดสารที่นำเข้ามากคือ เมทิลโบรไมด์คิดเป็นปริมาณ 1,652 ตัน⁽²⁾ ใน พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ. 2536 จะมีรายงานเฉพาะภาพรวมของสารทั้ง 3 ชนิด ใน พ.ศ. 2537 มีการนำเข้ารวม 345 ตัน คิดเป็น เมทิลโบรไมด์ 290 ตัน⁽³⁾ สารนี้จะสลายตัวได้เร็วให้เป็นสารอินอร์แกนิคโบรไมด์ ด้วยเหตุนี้คณะกรรมการอาหารระหว่างประเทศ จึงกำหนดค่ามาตรฐานของสารเมทิลโบรไมด์ในรูปของสารอินอร์แกนิคโบรไมด์

การวิเคราะห์สารอินอร์แกนิคโบรไมด์มีหลายวิธี ได้แก่ Colorimetry⁽⁴⁾ และ Gas chromatography^(5,6) จากการศึกษาพบว่าวิธีวิเคราะห์โดย Gas chromatograph- Electron Capture Detector (GC-ECD) จะมีความจำเพาะและมีประสิทธิภาพดีกว่าจากการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์โดย GC ของ Stijve ,T⁽⁵⁾ และ Mitsuhashi,T และคณะ⁽⁶⁾ พบว่า วิธีของ Stijve,T ซึ่งเป็นวิธีที่ Codex Alimentarius Commission⁽⁷⁾ ยอมรับให้ใช้โดยการทำให้ derivatize สารตัวอย่างด้วย ethylene oxide ปรับค่าความเป็นกรดต่าง ด้วยกรดซัลฟูริก สกัดด้วย ethyl acetate ดูดน้ำให้แห้งด้วย

sodium sulphate ตรวจชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง GC-ECD ใช้เวลารวมทั้งสิ้นประมาณ 1 วันทำการ แต่สาร ethylene oxide ที่ใช้เป็นสารเคมีที่มีจุดเดือดต่ำคือ 11 องศาเซลเซียส ระเบิดง่าย และมีพิษต่อระบบหายใจ ระคายเคืองเยื่อปอด และผิวหนัง⁽⁶⁾ ส่วนวิธีของ Mitsuhashi,T และคณะ ย่อยสลายตัวอย่างด้วยต่างนำไปเผาให้เป็นเถ้า ละลายเถ้าด้วยน้ำกลั่น ปรับค่าความเป็นกรดด้วยกรดซัลฟูริก เปลี่ยน bromide ion เป็น 2-bromo-3-pentanone ด้วยสาร 3-pentanone สารนี้จัดเป็นสารเคมีที่ไม่อันตราย⁽⁹⁾ คณะผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีของ Mitsuhashi,T และคณะมาทำการทดสอบในข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศและมีการส่งจำหน่ายไปยังหลายประเทศ การเก็บรักษาข้าวให้มีคุณภาพดีหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำสารเมทิลโบรไมด์มาใช้ในการป้องกันการทำลายจากแมลง ถึงแม้ว่าเมทิลโบรไมด์จะระเหยได้ในอุณหภูมิปกติ แต่การสำรวจปริมาณการตกค้างในผลิตภัณฑ์การเกษตรเป็นสิ่งจำเป็น อันเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ เพื่อให้การคุ้มครองผู้บริโภคด้านสารพิษตกค้างในอาหารให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และได้ข้อมูลสำหรับใช้สนับสนุนแก้ปัญหาด้านการส่งออกข้าวของประเทศด้วย

วัตถุประสงค์และวิธีการ

สารเคมี

0.1 M potassium permanganate, 0.1%(w/v) methyl orange, 5% potassium hydroxide ใน 50% ethanol, 10% sulfamic acid, 3-pentanone, 2M sulfuric acid, anhydrous sodium sulphate (เผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง), สารเคมีที่ใช้เป็นชนิด AR, hexane ชนิด redistilled in glass, สารมาตรฐาน potassium bromide ของ J.T.Baker, USA ความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 99

เครื่องมือและอุปกรณ์

Ultra centrifuge mill, Muffle furnace, Hot plate, Gas chromatograph - Electron Capture Detector, Nickel crucible ขนาด 50 มิลลิกรัม, separatory funnel ขนาด 125 มิลลิกรัม

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน potassium bromide stock standard (คิดเป็นปริมาณ bromide ion 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม) โดยละลาย potassium bromide จำนวน 149.0 มิลลิกรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนมีปริมาตร ครบ 100 มิลลิกรัมด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในตู้เย็น

2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน potassium bromide intermediate standard (คิดเป็นปริมาณ bromide ion 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) โดยเปิด potassium bromide stock standard 1 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นครบ 100 มิลลิกรัม เก็บไว้ในตู้เย็น

3. เตรียมสารละลายมาตรฐาน potassium bromide working standard (คิดเป็นปริมาณ bromide ion 0.1 ไมโครกรัมต่อ มิลลิกรัม) โดยเปิด potassium bromide intermediate standard 1 มิลลิกรัมปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ครบ 100 มิลลิกรัม เก็บไว้ในตู้เย็น

การเตรียมตัวอย่าง

ข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียวเก็บจากแหล่งจำหน่ายในจังหวัดต่างๆของประเทศ เป็นตัวอย่างข้าวสารเจ้า 57 ตัวอย่าง ข้าวสารเหนียว 26 ตัวอย่าง น้ำหนักประมาณตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม บดละเอียดขนาด ≤ 20 mesh ด้วยเครื่อง Ultra centrifuge mill

วิธีการทดลอง

1. การสร้างกราฟมาตรฐาน

เปิดสารละลายมาตรฐาน working standard 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 และ 10 มิลลิกรัม ลงใน separatory funnel ขนาด 125 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ครบ 10 มิลลิกรัม เติม 10% sulfamic acid 0.2 มิลลิกรัม,

3-pentanone 0.05 มิลลิกรัม และ 2M sulfuric acid 0.5 มิลลิกรัม เขย่า 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เติม hexane 10 มิลลิกรัม เขย่า 1 นาที ไซชั่นน้ำทิ้ง ดูดน้ำให้แห้งด้วย anhydrous sodium sulphate ตรวจชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง GC-ECD โดยตั้งสภาวะของเครื่องดังนี้ : carrier gas : nitrogen flow rate 30 มิลลิกรัมต่ออนาที อุณหภูมิของ injector, oven, detector : 150, 90, 250 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้ column บรรจุสารดูดซับ 5% DEGS + 1% H₃PO₄ chromosorb WAW DMCS 60-80 mesh

2. การทดสอบประสิทธิภาพวิธี

เติมสารละลายมาตรฐาน potassium bromide 2, 4 และ 10 ไมโครกรัม ลงใน nickel crucible ที่มีตัวอย่างข้าว 2 กรัม เติม 5% potassium hydroxide 5 มิลลิกรัม ผสมให้เข้ากันต้มบน hot plate จนแห้งและหมดควัน นำไปเผาต่อใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิกรัม ต้มบน hot plate ให้เดือด 15 นาที กรองผ่านกระดาษกรองใส่ volumetric flask ขนาด 50 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิกรัม ใส่ nickel crucible ขึ้นบน hot plate อีกครั้ง กรองใส่ volumetric flask ใบเดิม เติม methyl orange 1 หยดเป็น indicator เติม 2 M sulfuric acid ที่ละลายจนได้สีแดง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นครบ 50 มิลลิกรัม เปิดสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิกรัม ใส่ separatory funnel ขนาด 125 มิลลิกรัม แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1 ทำการทดลองซ้ำ 5 ซ้ำทุกความเข้มข้น

3. การวิเคราะห์ปริมาณ Bromide ในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียว

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัมใส่ nickel crucible แล้วทำการวิเคราะห์ตามข้อ 2

4. การคำนวณ

ปริมาณ bromide ในตัวอย่าง =

$$\frac{A_1 \cdot C_2}{A_2 \cdot C_1} \text{ ไมโครกรัมต่อกรัม}$$

- เมื่อ A1 = peak area ของ bromide ในสารตัวอย่าง
A2 = peak area ของ bromide ในสารละลายมาตรฐาน
C1 = ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร)
C2 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

5. การคำนวณหา percent recovery

$$\text{percent recovery} = \frac{(C_F - C_S)}{C_A} \times 100$$

C_F = ปริมาณ bromide ที่ตรวจพบในตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐาน potassium bromide

C_S = ปริมาณ bromide ในตัวอย่าง

C_A = ปริมาณ bromide ที่เติมลงในตัวอย่าง

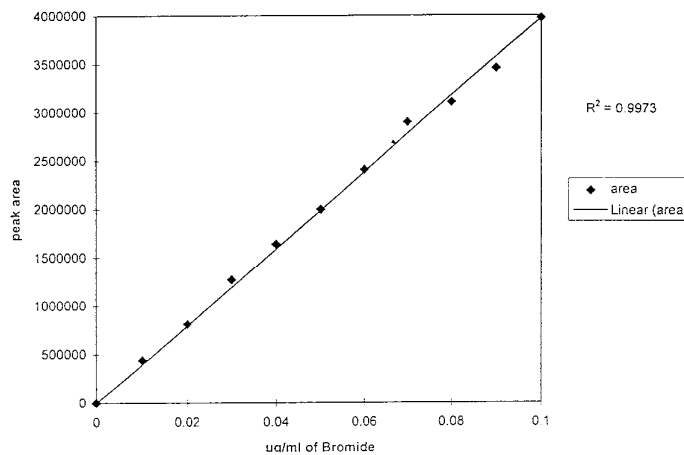
ผล

จากการสร้างกราฟมาตรฐานสารอินอร์แกนิคโบรไมด์ในช่วงความเข้มข้น 0.01 ถึง 0.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรจะได้กราฟเป็นเส้นตรง โดยมีค่า r^2

เท่ากับ 0.0993 ดังรูปที่ 1 ร้อยละของประสิทธิภาพวิธีวิเคราะห์ที่ทำการทดลองนี้พบว่าที่ระดับ 1, 2 และ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับละ 5 ซ้ำ ในตัวอย่างข้าวสารเจ้าเป็น 100.63 ± 0.20 , 86.22 ± 0.27 และ 94.13 ± 0.46 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบน (coefficient of variation) ร้อยละ 19.87, 15.65 และ 9.77 ตามลำดับ และในตัวอย่างข้าวสารเหนียวเป็น 82.79 ± 0.09 , 96.48 ± 0.16 และ 95.69 ± 0.39 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบน ร้อยละ 10.87, 8.29 และ 8.15 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ปริมาณต่ำสุดที่ตรวจวัดได้ (Limit of Detection) 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าต่ำสุดที่คำนวณปริมาณได้ (Limit of Quantitation) เป็น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

นอกจากนี้ได้สำรวจการตกค้างในตัวอย่างข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียวที่เก็บจากแหล่งจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 57 ตัวอย่าง และ 26 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบการตกค้างของสารอินอร์แกนิคโบรไมด์ในทุกตัวอย่าง ปริมาณที่พบในตัวอย่างข้าวสารเจ้าอยู่ระหว่าง 0.13-11.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในข้าวสารเหนียวอยู่ระหว่าง 0.20-1.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดังแสดงในตารางที่ 2

Calibration curve of Bromide



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานของสารอินอร์แกนิคโบรไมด์

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพวิธีวิเคราะห์สารอินทรีย์โบรมไนด์ในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียว (วิเคราะห์ความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ)

ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณสารมาตรฐานที่เติม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ประสิทธิภาพวิธีเฉลี่ยร้อยละ (recovery mean±SD)	CV (%)
ข้าวสารเจ้า	1.0	100.63±0.20	19.87
	2.0	86.22±0.27	15.65
	5.0	94.13±0.46	9.87
ข้าวสารเหนียว	1.0	82.79±0.09	10.87
	2.0	96.48±0.16	8.29
	5.0	95.69±0.39	8.15

ตารางที่ 2 ปริมาณ Bromide ที่ตรวจพบในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียว (พ.ศ. 2538 - พ.ศ. 2539)

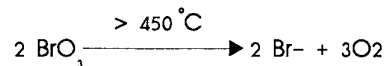
ชนิดตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณ Bromide (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
		ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
ข้าวสารเจ้า	57	11.93 - 0.13	0.75
ข้าวสารเหนียว	26	1.37 - 0.20	0.46

วิจารณ์

การตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารอินทรีย์โบรมไนด์ในข้าวเป็นการตรวจหาปริมาณในระดับที่น้อยมาก (trace analysis) การวิเคราะห์จึงต้องระมัดระวังทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมตัวอย่างต้องให้ได้ขนาดสม่ำเสมอตามที่ US.FDA⁽¹⁰⁾ กำหนด คือต้องบดและร่อนตัวอย่างประเภทข้าวตากแห้งและธัญพืชให้มีความละเอียดขนาด ≤ 20 mesh (0.85 มิลลิเมตร) โดยใช้ Ultra centrifuge mill ซึ่งสามารถบดได้รวดเร็วและไม่เกิดความร้อนที่จะทำให้สารที่ต้องการตรวจจลลายตัว ตัวอย่างที่เตรียมเรียบร้อยแล้วควรวิเคราะห์ทันทีเพื่อป้องกันการสลายตัวของสารอินทรีย์โบรมไนด์

จากการศึกษาทดสอบความแม่นยำ (precision) และความถูกต้อง (accuracy) ของวิธีวิเคราะห์ของประเทศญี่ปุ่นในตัวอย่างข้าว พบว่าวิธีนี้มีความถูกต้องแม่นยำสูง คือได้ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในข้าวสารเจ้าและข้าวเหนียวร้อยละ 92.66 ± 1.68 นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยัง

เป็นวิธีที่ง่ายใช้สารเคมีที่ไม่เป็นอันตราย มีความจำเพาะ ไม่มีการรบกวนของสารอื่น (interfering peak) ใน chromatogram ของการตรวจด้วย GC-ECD ดังรูปที่ 2 และการที่สารในรูปของโบรมีนมีคุณสมบัติถูกเปลี่ยนไปเป็นโบรมไนด์อย่างสมบูรณ์โดยต้องให้ความร้อนไม่น้อยกว่า 450 องศาเซลเซียส ดังนั้นโดยวิธีดังกล่าวนี้ ได้เพิ่มอุณหภูมิในช่วงทำให้เกิดได้เป็น 550 องศาเซลเซียส จะช่วยลดเวลาในการเปลี่ยนสารโบรมีนไปเป็นโบรมไนด์อย่างสมบูรณ์ได้ และดำเนินการพร้อมกันได้ครั้งละหลายตัวอย่าง

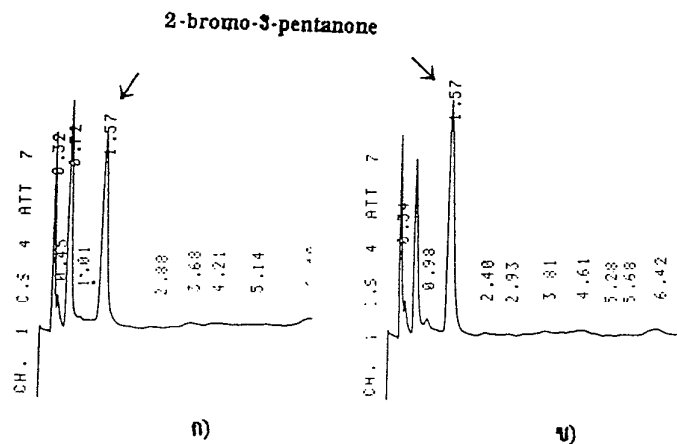


ข้อควรระวังในการวิเคราะห์ ได้แก่ ทำ alkaline ashing บนแผ่นความร้อนต้องค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิทีละน้อยเพื่อไม่ให้เกิดการกระเด็น (bumping) ทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณสารโบรมไนด์ได้อันจะเป็นผลกระทบต่อ

reproducibility จากตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบนในแต่ละระดับไม่เท่ากันและมีค่ามาก เนื่องจากการตรวจต้องกระทำในรูปให้เกิดเป็นแก้วและต้องผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์หลายขั้นตอนรวมทั้งใช้ปริมาณตัวอย่างน้อย ทำให้เกิดความเบี่ยงเบนในการตรวจวิเคราะห์ แต่ตาม Garfield, F.M.⁽¹¹⁾ ค่าสัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบนในการตรวจวิเคราะห์สารตกค้างเคมีกำจัดศัตรูพืชยอมรับได้ในวงไม่เกิน $\pm 20\%$ ดังนั้นโดยวิธีการดังกล่าวนี้จึงยังสามารถยอมรับได้

ดังที่ได้กล่าวแล้วการตรวจวิเคราะห์สารอินอร์แกนิคโบรไมด์ในตัวอย่างข้าวนี้สำคัญทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมตัวอย่าง การสกัดตัวอย่าง ตลอดจนการตรวจชนิดและปริมาณ ต้องมีการควบคุมคุณภาพ ได้แก่ การทำ reagent blank, sample blank, duplicate analysis, recovery test ในส่วนของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด ได้แก่ GC-ECD นั้นจะทำการตรวจโดยการสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อหาช่วงความเข้มข้นและ linearity ที่เหมาะสมในช่วงการทำงาน และในทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ควรจะทำ standard control ไว้หนึ่งค่า คือ ที่ความเข้มข้น 0.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อไว้ตรวจสอบ sensitivity ของเครื่อง กับใช้เป็นค่าคำนวณปริมาณในตัวอย่างด้วย

จากการตรวจปริมาณสารอินอร์แกนิคโบรไมด์ในข้าวสารเจ้าและข้าวสารเหนียวจากแหล่งจำหน่ายในประเทศ ทุกตัวอย่างพบการตกค้างในระดับต่ำซึ่งปลอดภัยต่อการบริโภคแต่ยังไม่ได้สำรวจข้าวที่ส่งจำหน่ายต่างประเทศ จากข้อมูลของกระทรวงอุตสาหกรรมแจ้งว่าในปี พ.ศ. 2537 ประเทศสวีเดนตรวจพบการตกค้างสารอินอร์แกนิคโบรไมด์ในข้าวไทยที่ส่งจำหน่ายยังประเทศสวีเดนเกินค่ากำหนดของคณะกรรมการอาหารระหว่างประเทศ (Codex Maximum Residue Limit)⁽¹²⁾ ซึ่งกำหนดในข้าวมีค่าเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 12 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 90 ตัวอย่าง เป็นผลให้ข้าวไทยถูกปฏิเสธการนำเข้าประเทศสวีเดนในส่วนที่ตรวจพบเกินค่ากำหนด สาเหตุที่ตรวจพบเกินอาจเป็นเพราะมีการรมควันข้าวระหว่างการขนส่งหลายครั้งทำให้สารอินอร์แกนิคโบรไมด์ตกค้างสะสมอยู่จนเป็นปัญหา ดังนั้นหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องควรร่วมมือกับภาคเอกชนจัดให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการให้ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้สารนี้อย่างถูกวิธี ซึ่งจะช่วยให้ลดปัญหาดังกล่าวลงได้ อันจะเป็นการสนับสนุนการส่งออกของประเทศ



รูปที่ 2 Chromatogram ของการวิเคราะห์อินอร์แกนิคโบรไมด์ในข้าวสารเจ้า
(ก) อินอร์แกนิคโบรไมด์ 0.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
(ข) ข้าวสารเจ้า 2 กรัม เติมสารมาตรฐาน potassium bromide 1 ไมโครกรัมต่อกรัม

สรุป

วิธีการตรวจสอบสารควินพิซเมทิลโบรไมด์ ในรูปของอินออร์แกนิกโบรไมด์ของประเทศญี่ปุ่นเป็นวิธีที่สะดวกปลอดภัยสามารถนำมาใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ประจำในตัวอย่างข้าวในห้องปฏิบัติการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าร้อยละประสิทธิภาพเฉลี่ยในข้าวสารเจ้าและข้าวเหนียวเป็น 92.66 ± 1.68 ค่าต่ำสุดที่คำนวณปริมาณได้เป็น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ Dr. Yasuhide Tonogai, JICA Expert ที่ได้จัดหาวิธีวิเคราะห์และ ให้คำแนะนำในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ปรีชา พุทธิปริชาพงศ์ และ พัฒนันท์ สังขะตะววรรณ 2530. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย พ.ศ. 2530 ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 309
2. จิตรพันธ์ พวงมะลิดี พัฒนันท์ สังขะตะววรรณ บุญส่ง หุตังคบดี และ นิยม รัตนพงษ์ 2532. (การนำเข้า ส่งออก ผลิต จัดจำหน่าย และการใช้) ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 21
3. ไพฑูรย์ พิศุทธิ์สินธุ์ บุญส่ง หุตังคบดี และนิยม รัตนพงษ์ 2537. การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุม พืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 51
4. Hunter, G. and Goldspink, A. G. 1954. The Micro-determination of Bromide in Presence of Chloride, Analyst 79 : 467-472
5. Stijve, T. 1981. Gas Chromatographic Determination of Inorganic Bromide Residues - A Simplified Procedure . Deutsch Lebensm-Rundsch. 77 : 99-101.
6. Mitsuhashi, T. ,Adachi, K. and Kaneda, Y. 1987. Determination of Total Bromine in Cereals by Gas chromatography. Journal of Food Hygienic Society of Japan 28 (2) : 130-135.
7. Codex Alimentarius Committee. 1989. Guide to Codex Recommendations concerning Pesticide Residues Part 8 Recommendations for Methods of Analysis of Pesticide Residues. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome.
8. Muir, G.D. 1971. Hazards in the Chemical Laboratory. The Royal Institute of Chemistry p 141.
9. Anonymous 1989. The Merck Index of chemicals, drugs and biologicals. 11th edition. Merck & Co.,Inc. USA p 3104.
10. McMahan, B.M. and Sawyer, L.D. 1987. Pesticide Analytical Manual Volume I, US. Food and Drug Administration , Section 142.4, 143.21
11. Garfield, F.M. 1992. Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories. AOAC International, USA p 72.
12. Codex Alimentarius Committee. 1992. Guide to Codex recommendation concerning pesticide residues part 2. (Maximum limits for pesticide residues). Joint FAO/WHO Food Standard Programme. FAO. Rome.